

IAP20 Rec'd PCT/PTO 30 DEC 2005  
明 細 書

## モジュール装置及びその製造方法

## 技術分野

本発明は、基板上に実装された電子部品を樹脂封止した構成を有するモジュール装置及びその製造方法に係り、特に、自動車用の各種コントロールユニットやセンサモジュールに用いるに好適なモジュール装置及びその製造方法に関する。

## 背景技術

従来、自動車の各種コントロールユニット（例えば、エンジンコントロールユニット、モータコントロールユニット、自動変速機コントロールユニットなど）は、車室内やエンジンルーム内に配置されていた。これらのコントロールユニットの構造としては、プリント基板上に電子部品を実装し、このプリント基板を金属ベースに固定し、さらに、カバーケースで覆う構成のものが一般的である。

近年、コントロールユニットをインテークマニホールドなどの上に直接取り付け形式、すなわち、オンエンジン形式のコントロールユニットが検討されている。プリント基板を用いたコントロールユニットは、耐熱性が120℃程度であるため、オンエンジン形式には適用できない。セラミック基板を用いたコントロールユニットは耐熱性が高いため、オンエンジン用として用いることが可能であるが、やや高価である。また、オンエンジン形式のものには、高耐熱性だけではなく、車室内やエンジン内形式のもの以上に、耐振動性や完全気密防水性が求められている。さらに、これらの要求は、オンエンジン形式のコントロールユニットだけではなく、センサーモジュール（例えば、圧力センサモジュールや空気流量計モジュールなど）にも要求されるものである。

これらの要求を満たすため、プリント基板を用いて、オンエンジン形式に適用可能なモジュール装置の構成としては、例えば、特開2001-288333号公報に記載されているように、トランスファモールド実装によって外部リード端子と基板を一体成形したものが知られている。また、例えば、特開平7-227

BEST AVAILABLE COPY

２２号に記載されているように、ペースト状樹脂を加熱硬化する低圧（減圧）成形法により、コネクタと基板を一体成形したものが知られている。

一方、自動車用の各種コントロールユニットまたはセンサーモジュールは、高機能高性能化のため高速、多ビット処理系のCPUマイクロコンピュータが必要になってきている。その動向に伴い、マイクロコンピュータもパッケージ形態として多ピン小型薄型のボールグリッドアレイ（BGA）やチップスケールパッケージ（CSP）で構成されるものが適用されるようになってきている。マイクロコンピュータ以外の半導体チップに対しても、高密度実装の点からBGAやCSPの適用が拡大しつつある。特に、ウエハレベルでパッケージ化できるCSPは、コスト低減効果も期待できるため、今後、広く適用され得るものである。

このようなBGAやCSPを含む各種電子部品の実装方法としては、例えば、特開２００２－３６８１８３号公報に記載されているように、真空状態に保った型内に、コネクタのリードと電氣的に接続した基板をトランスファモールドにより樹脂封止するものが知られている。

#### 発明の開示

しかしながら、特開２００１－２８８３３３号公報に記載されているものは、外部リード端子が電子部品の樹脂封止面と同じに位置にあるため、外部リード端子を干渉しないトランスファモールド用の金型構造が必要となること、成形時にリード端子と金型隙間から樹脂バリが発生しやすいこと、のために取扱性が困難で生産性が低下するという問題があった。

また、特開平７－２２７２２号に記載されているものは、真空状態を保つための特別な型構造や装置が必要であること、保護樹脂としてペースト状樹脂を用いるために、硬化時間が数十分以上となり、製品を型から取り出すまでの時間が長くなること、が問題である。さらに、電子回路基板や電子部品と熱膨張係数を合わせた保護樹脂は、硬化前のペースト状の樹脂粘度が非常に高くなるため、樹脂注入に対して高真空が必要であり、生産性が劣るという問題があった。

さらに、特開２００２－３６８１８３号公報に記載されているものは、外部との接続端子がアウターリードを用いるため、端子数が多くなる場合はモジュール

が大型になるという問題がある。特に、自動車や船舶用モジュール装置では、接続用受け入れコネクタとの接続の点から、リードが幅広で、厚くなる傾向にあること、従来のトランスファモールド法では外部端子リードを並列に接続することが困難であることから、大型化する傾向にある。

また、上述の3つの従来技術においては、封止樹脂層の基板からの高さが一定であるため、アルミ電解コンデンサなどの背高の部品を用いる場合、実質の封止樹脂層が10 mm以上にもなり、非常に厚くなる。これは、電子機器やモジュールの大きな反りの発生や電子部品への応力発生の一因となる。特に、取り付け時の電子機器やモジュールの亀裂破断と剥離発生や、温度サイクル試験や熱衝撃試験などにおける信頼性の低下という問題が生じる。

本発明の目的は、生産性が向上し、小型化が可能であるとともに、信頼性の向上したモジュール装置及びその製造方法を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明は、接続用金属端子を有するコネクタと、電子部品が実装された回路基板とを有し、前記コネクタと前記基板とが金属リードにより接続されたモジュール装置において、(A) 前記コネクタの基板との接続面側と、前記金属リードと、前記電子部品とを、同一の熱硬化性樹脂によって封止し、(B) 前記熱硬化性樹脂は、硬化前の形態が40℃以下の温度において固形であり、(C) 前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、前記電子部品の高さに応じて変化するように形成されているものである。かかる構成により、生産性が向上し、小型化が可能であるとともに、信頼性が向上し得るものとなる。

また、上記目的を達成するために、本発明は、接続用金属端子を有するコネクタと、電子部品が実装された回路基板とを有し、前記コネクタと前記基板とが金属リードにより接続されたモジュール装置において、(A) 前記コネクタの基板との接続面側と、前記金属リードと、前記電子部品とを、同一の熱硬化性樹脂によって封止し、(B) 前記熱硬化性樹脂は、硬化前の形態が40℃以下の温度において固形であり、(C) 前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、前記電子部品の高さに応じて変化するように形成され、(D) 前記コネクタが、前記電子部品を封止する前記熱硬化樹脂面に対して直角または相対する面に配設されるようにしたものである。かかる構成により、生産性が向上し、小型化が可能であること

もに、信頼性が向上し得るものとなる。

また、上記目的を達成するために、本発明は、接続用金属端子を有するコネクタと、BGAまたはCSPを含む電子部品が実装された回路基板と、前記コネクタと前記基板とを接続する金属リードを樹脂モールドにより封止するモジュール装置の製造方法において、成形圧力が $5 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ 、成形温度が $150 \sim 180^\circ\text{C}$ の範囲において低圧トランスファモールド成形機またはコンプレッション成形機により、または成形圧力が $20 \sim 100 \text{ kg/cm}^2$ 、成形温度が $150 \sim 180^\circ\text{C}$ の範囲にある射出成形機により、硬化前の形態が $40^\circ\text{C}$ 以下の温度において固形である前記熱硬化性樹脂を用いて、前記コネクタの基板との接続面側と、前記金属リードと、前記電子部品とを、同一の熱硬化性樹脂によって封止し、そのとき、前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、前記電子部品の高さに応じて変化するように封止するようにしたものである。かかる方法により、生産性が向上し、小型化が可能であるとともに、信頼性が向上し得るものとなる。

#### 図面の簡単な説明

図1A～図1Eは、本発明の第1の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図2A～図2Gは、本発明の第2の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図3A～図3Fは、本発明の第3の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図4A～図4Fは、本発明の第4の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図5A～図5Fは、本発明の第5の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図6A～図6Hは、本発明の第6の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図7A～図7Fは、本発明の第7の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図 8 A～図 8 F は、本発明の第 8 の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

発明を実施するための最良の形態

最初に、図 1 A～1 E を用いて、本発明の第 1 の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、2 層の樹脂プリント基板を用いている。

図 1 A～1 E は、本発明の第 1 の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。

図 1 A に示すように、2 層樹脂プリント基板 1 の片面上に、Sn/Pb 共晶はんだペースト材 2 を印刷する。樹脂プリント基板 1 は、ガラス転位温度 130℃、線膨張係数 15 ppm/℃の物性を有する 100×70 mm の大きさのものである。

次に、図 1 B に示すように、基板 1 に、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどの背の低いチップ部品 3 A と、アルミコンデンサなどの背の高いチップ部品 3 B と、半導体パッケージ 4 を自動搭載機にて搭載後、基板 1 を最高温度 210～240℃のリフロー炉内に通過して、はんだ接合する。

そして、フラックスを除去するために、炭化水素系溶剤にて基板 1 を洗浄して所定温度、所定時間で乾燥する。ここで、無洗浄用の半田フラックスを用いる場合は、電子部品搭載後の洗浄工程を省くことができる。

次に、図 1 C に示すように、ピン挿入型電子部品 5 と樹脂コネクタ 6 の端子リード 7 を樹脂基板 1 のスルーホールに挿入後、基板 1 の裏面をフロー半田にて樹脂基板 1 との接合を完了する。樹脂コネクタ 6 は、接続用の金属端子を有し、その金属端子の他方の端部が、金属リード 7 となっている。

次に、図 1 D に示すように、図 1 C の工程で製造されたモジュールをトランスファモールド機に配置された 165℃の金型 8 内に挿入後、線膨張係数 15 ppm/℃、弾性率 13 GPa、ガラス転移温度 155℃の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料 9 を用いて、成形圧力 30 kg/cm<sup>2</sup>において 3

分間でトランスファモールド成形する。

このとき、金型 8 の内部の高さは、基板 1 に搭載された部品の高さに応じて変えている。即ち、コネクタ 6 が取り付けられる部分は、コネクタ 6 の高さと同じとしている。チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどの背の低いチップ部品 3 A や、半導体パッケージ 4 や、ピン挿入型電子部品 5 が搭載される位置における金型内部の高さは、コネクタ 6 の部分の高さより低くしている。ただし、背の高い部品であるアルミコンデンサのようなチップ部品 3 B が搭載されている位置では、半導体パッケージ 4 やピン挿入型電子部品 5 が搭載される位置よりも、金型の内部の高さを高くしている。即ち、アルミコンデンサのような背の高いチップ部品 3 B が搭載されている位置では、上側の金型の内部に窪みを形成している。

最後に、図 1 E に示すように、樹脂 9 によって封止されたモジュールを金型 8 から脱着させる。そして、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態によるコントロールユニットが得られる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、電子部品と回路基板の封止、コネクタとの接着及びコントロールユニット全体の構造体の成形が 1 種類のエポキシ樹脂成形材料で同時にできるため、従来から用いていた金属または樹脂ケース、キャップ、電子部品防湿用コート膜などが不要となり、部品点数を削減でき、また、工数も低減できる。

さらに、樹脂ケースとキャップを省略でき、しかも、封止面積を最少化できるので、コントロールユニットを小型化でき、また、薄型化できる。

また、エポキシ樹脂成形材料は室温で固形であるため、取り扱いが容易であり、しかもトランスファモールド成形法、コンプレッション成形法または射出成形法によって加熱加圧で短時間成形できるため、既存の安価な生産設備を活用できるとともに、作業時間の大幅な短縮が可能である。

本実施形態で用いるエポキシ樹脂成形材料は従来の半導体封止材料と同じ特性を有するため、低熱膨張性、低吸湿性及び高接着性であり、成形後の電気・電子モジュールの高信頼性を図ることができる。

また、金型を用いた加圧成形法であるため、製品の外形形状の自由化が可能であり、しかも樹脂封止層の厚さを電子部品の高さに応じて変えることによって反

りや応力を低減できるため、信頼性を向上することができる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、信頼性においても、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において2000サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示すものである。

以上説明した本実施形態によるモジュール装置を含む本発明の特徴とする点は、次の通りである。

本発明においては、電子部品の実装された基板（樹脂プリント基板またはフレキシブル基板）に、コネクタの金属リードを接続した状態で、樹脂封止してモジュール装置を構成する。ここで、

1) 封止樹脂は熱硬化性樹脂であり、この封止樹脂を用いて、回路基板に実装された電子部品と、コネクタと接続する金属リードを覆い隠すように封止されていること、

2) 封止樹脂が、硬化前の形態が $40^{\circ}\text{C}$ 以下の温度において固形であること（すなわち、常温で液体状態やペースト状態の封止樹脂は用いないこと）、

3) 前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、電子部品の高さに応じて変化するように形成されていること、  
を特徴としている。

さらに、具体的に説明する。本発明においては、回路基板上に実装した電子部品及びコネクタの基板との接続面側に配置した金属リード（またはワイヤ）を覆い隠すように封止するために用いる封止樹脂としては、無機質フィラを含む $40^{\circ}\text{C}$ 以下において固形のエポキシ樹脂成形材料としている。このエポキシ樹脂は、通常の樹脂封止型半導体装置用封止材料と同じものを使用することができる。

この固形のエポキシ樹脂成形材料は、加熱加圧下による一体成形を行うには最も適した封止樹脂であり、成形性とコントロールユニットの信頼性を同時に確保することができる。また、加熱加圧下のみならず、減圧による方法も同時に採用すれば、封止樹脂中のボイド低減に対して大きな効果があり、信頼性の大幅な向上を図ることができる。

さらに、このエポキシ樹脂成形材料は、ポリブチレンテレフタレート、ナイロ

ン、またはポリフェニレンサルファイドからなる樹脂コネクタとの接着性にも優れている。また、コネクタの金属リード（またはワイヤ）やフレキシブル基板の断線や剥離は見られないため、信頼性が向上する。接着性が向上した理由のひとつとしては、成形温度が150℃以上であるため、コネクタ樹脂の界面とエポキシ樹脂との分子の絡まり合いが生じて強固な接着界面を形成することが挙げられる。成形温度を150℃より小さくすると、樹脂の粘度が高く成形性が低下する。成形温度の上限は、電子部品等を回路基板に固着するハンダ材料によって異なる。PbSn共晶ハンダを用いる場合には、成形温度の上限は、PbSn共晶ハンダの融点（183℃以上）よりも低温の180℃以下が好ましいものである。Pbフリーハンダを用いる場合には、成形温度の上限は220℃以下が好ましいものである。

エポキシ樹脂成形材料に含まれる無機質フィラとしては、熔融シリカ、結晶性シリカ、アルミナ、酸化マグネシウム、ボロンナイトライド、シリコンナイトライド、シリコンカーバイドなどの破碎状または球状の少なくとも1種類以上を用いることができる。

エポキシ樹脂成形材料としては、エポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤とからなる組成であり、40℃以下で固形のオルソクレゾール型エポキシ樹脂、ビスフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂、またはビスフェノールA型エポキシ樹脂などと、フェノールノボラック樹脂、オルソクレゾールノボラック樹脂、ジシクロペンタジエン骨格を有するフェノール樹脂、またはナフタレン骨格を有するフェノール樹脂などとの組み合わせから得ることができる。また、エポキシ樹脂成形材料には低弾性率化による低応力化を図るため、シリコーンゴムまたはオイルやブタジエン系ゴムなどの低応力化材を含むことができる。

さらに、本発明では、回路基板上に実装した電子部品及び、コネクタの基板との接続面側に配置した金属リード（またはワイヤ）またはフレキシブル基板の封止樹脂としては、その硬化後の樹脂物性が

線膨張係数；8～25ppm/℃、

弾性率；8～30GPa、



ガラス転移温度；80～200℃、  
であることを特徴とする。

これらの樹脂物性は、電子部品、回路基板、放熱金属板の線膨張係数による差から発生する応力、または電子部品の回路基板へのはんだ付けなどのよる接合部分への応力を低減するために決められるものであり、線膨張係数はこれらの部材へできるだけ近づける必要があるため、本発明では8～25 ppm/℃の範囲にある。また、本発明の電気・電子モジュールでは線膨張係数の異なる電子部品や各種部材を用いるため、低応力化のためには線膨張係数の規定の他に、低弾性率化が好ましいが、成形時の金型離型性を確保するために弾性率は8～30 GPaの範囲にある。ガラス転移温度も、低応力の観点からは低い方が好ましいが、成形時の金型離型性やモジュールの耐熱性の観点から80～200℃が好適である。

本発明のコントロールユニットにおいては、樹脂プリント基板またはプリント基板上に搭載した各種電子部品を封止する熱硬化性樹脂層の厚さを、電子部品の高さに応じて変えることを特徴とする。これは、封止後の過熱冷却によって発生するユニットの反りや熱膨張係数に違いによる応力の低減に対して大きな効果があるためである。上述したように、熱硬化性樹脂の線膨張係数を樹脂プリント基板やフレキシブル基板のそれに近づけることで応力の低減を図ることができるが、基板上に搭載するコネクタ部品や各種電子部品（パッケージ、アルミ電解コンデンサ、抵抗、コンデンサ）が有する線膨張係数のすべてと合わせることが困難であるため、樹脂封止層の厚さを電子部品の高さに応じて変えることによって反りや応力を低減する。この封止樹脂層の厚さとしては、各電子部品の頂点から0.5 mm～6.0 mmの間が好適である。0.5 mm未満では熱硬化性樹脂の成形時の流動性低下が顕著になり、また6.0 mmを超えると反りや応力低減の効果がほとんど見られなくなる。

本発明において用いる回路基板としては、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、またはビスマレイミドトリアジン樹脂にガラス繊維や無機フィラを配合した樹脂プリント基板、またはポリイミド、液晶ポリマーからなるフレキシブル基盤のいずれかを用いることができる。特に、本発明ではエンジン内またはオンエンジンへも適用できるコントロールユニットが目的であるため、回路基板のガラス転

移温度が150℃以上であることが望ましいものである。従来のFR-4とされているガラス転移温度が120～130℃の基板では、コントロールユニットの耐久環境が130℃以上になると、基板の厚さ方向（Z方向）の熱膨張係数が急激に高くなるため、基板内のスルーホール断線を発生させやすい。これに対してガラス転移温度を150℃以上にすることによって、オンエンジンなどの高温使用環境でも基板の線膨張係数の変化を抑えることができるため、信頼性が大幅に向上する。

本発明では、回路基板上も熱硬化性樹脂で封止されるため、150℃以上の高温においても酸化に影響が少なくなるため、基板やソルダーレジスト材料の熱劣化や変質による変色または特性劣化を大幅に抑えることができるという特徴も有する。そのため、高耐熱用コントロールユニット分野への適用が可能となる。

本発明は、コネクタと各種電子部品を加熱加圧下で一体モールド化した構造を有することを特徴とするが、接続用金属端子を有するコネクタの配置は、各種電子部品を封止する熱硬化性樹脂面に対して直角に配設することが特徴である。また、後述する実施形態で説明するように、コネクタの配置は、各種電子部品を封止する熱硬化性樹脂面に相対する面に配設する場合にも特徴がある。この構造は、熱硬化性樹脂の成形用金型構造として従来の構造を採用できるため、設計と生産が容易になる。

また、本発明では、回路基板とコネクタとを電氣的に接続する金属端子が、回路基板のスルーホール部分へ挿入した後、はんだまたは導電性接着剤で固定することを特徴とする構造である。この構造においては、標準化した市販の安価、多ピン、または並列配列ピン構造を有する各種のコネクタを用いることができること、金属端子と基板との接続がはんだまたは導電性接着剤を用いて短時間にできること、などの点から汎用性が極めて高くなる。

本発明におけるコネクタと電子部品の一体モールド構造の成形は、成形圧力が5～70 kg/cm<sup>2</sup>、成形温度が150～180℃の範囲において低圧トランスファモールド成形機またはコンプレッション成形機を用いて行う。これらの成形条件は、次の理由により樹脂封止形半導体装置の成形条件（170～180℃、70～100 kg/cm<sup>2</sup>）と比べて、低圧かつ低温であることが特徴である。す

なわち、成形時にコネクタの変形を防止するために $70\text{ kg/cm}^2$ 以下の低圧成形が必要であること、または電子部品と回路基板との接合が $\text{Sn/Pb}$ 共晶はんだで行われる場合には、 $\text{Sn/Pb}$ 共晶の融点が $183^\circ\text{C}$ であるため、この温度よりも低い $170^\circ\text{C}$ 以下で成形する必要がある。なお、 $\text{Pb}$ フリーハンダを用いる場合には、成形温度の上限は $220^\circ\text{C}$ 以下が好ましいものである。しかし、逆に、成形圧力が $5\text{ kg/cm}^2$ 未満では樹脂中にボイド発生や樹脂充填不足が発生すること、さらに成形温度が $150^\circ\text{C}$ 未満では樹脂の硬化不足によって成形時間が5分以上となり、生産性が極端に悪くなること、などの観点から、成形条件としては前記の範囲が好適である。また、本発明では、金型全体を減圧にした状態で前記の条件の下で低圧トランスファモールド成形機またはコンプレッション成形機を用いて一体成形を行うことができる。

本発明におけるコネクタと電子部品の一体モールド構造の成形法としては、熱硬化性樹脂を用いた射出成形機による射出成形法を採用することも可能である。この場合の成形条件としては、成形圧力が $20\sim 100\text{ kg/cm}^2$ 、成形温度が $150\sim 180^\circ\text{C}$ の範囲にある。特に、成形圧力は従来の射出成形圧力である数百～数千 $\text{kg/cm}^2$ よりも小さくする必要がある。射出成形法は、大型のコントロールユニットを成形するには好適な成形法である。

以上のようにして、本発明では、電子部品とコネクタとを一体モールドするエポキシ樹脂成形材料は、樹脂封止型半導体装置用として使用される封止材料と同じ硬化物物性を有しており、低熱膨張性、低吸湿性及び高接着性であり、かつイオン性不純物が低いため、コントロールユニットの信頼性を向上することができる。特に、電子部品や回路基板の線膨張係数に近い材料を自由に選ぶことができること、さらに樹脂封止層の厚さを電子部品の高さに応じて変えることによって反りや応力を低減できるため、信頼性を向上させることができる。また、エポキシ樹脂成形材料は樹脂コネクタとの接着性にも優れるため、ユニットの筐体構造としての信頼性向上に対しても大きな効果がある。さらに、電子部品及び接続、接合のための金属リードや半田または導電接着剤接合部がエポキシ樹脂成形材料による封止によって固定されるため、優れた耐振動性や温度サイクルまたは熱衝撃試験時における耐接合疲労性を有する。

本発明においては、金型を用いてエポキシ樹脂成形材料のトランスファモールド法またはコンプレッション法による加熱加圧成形を行うため、液状の樹脂を用いる場合と比べて、生産性が高くなる。また、ユニット外形を金型形状で決めることができるため、ケース材を用いた場合と比べて、モジュールの小型化や薄型化を容易に図ることができる。

次に、図2A～2Gを用いて、本発明の第2の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4層の樹脂プリント基板を用いている。

図2A～2Gは、本発明の第2の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図1と同一符号は、同一部分を示している。

図2Aに示すように、ガラス転位温度 $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数 $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の物性を有する $90\times 70\text{ mm}$ の4層樹脂基板1Aの片面上にSn/Pb共晶はんだペースト材2を印刷する。

次に、図2Bに示すように、回路基板1Aに、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品3Cを自動搭載機にて搭載後、基板を最高温度 $210\sim 240^{\circ}\text{C}$ のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

さらに、図2Cに示すように、回路基板1Aの上下を反転させ、回路基板1Aの他方の面にSn/Pb共晶はんだペーストを塗布する。

次に、図2Dに示すように、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品3Cやアルミコンデンサなどのチップ部品3Bと半導体パッケージ4を自動搭載機にて搭載後、再リフローを行いはんだ接合を行う。

次に、図2Eに示すように、ピン挿入型電子部品5と樹脂コネクタ6の端子リード7を樹脂基板1Aのスルーホールに挿入後、基板の裏面をフロー半田にて樹脂基板との接合を完了する。

次に、図2Fに示すように、図2Eの工程で製造されたユニットをトランスファモールド機に配置された $165^{\circ}\text{C}$ の金型8内に挿入後、線膨張係数 $12\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 $20\text{ GPa}$ 、ガラス転移温度 $125^{\circ}\text{C}$ の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料9を用いて、成形圧力 $30\text{ kg}/\text{cm}^2$ において3分

間で成形を行う。

そして、図2Gに示すように、ユニットを金型8から脱着させた後、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態によるコントロールユニットを得る。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、得られたコントロールユニットの信頼性が $-55^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において1200サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示す。このコントロールユニットはガラス転移温度 $170^{\circ}\text{C}$ の樹脂プリント基板を用いているために、 $-55^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験という厳しい信頼性試験においても優れた特性を有する。

次に、図3を用いて、本発明の第3の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4層の樹脂プリント基板を用いている。

図3A～3Fは、本発明の第3の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図1、図2と同一符号は、同一部分を示している。

図3Aに示すように、ガラス転位温度 $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数 $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の物性を有する $100\times 70\text{ mm}$ の4層樹脂基板1Aの片面上にSn/Ag/Cu系はんだペースト材2Aを印刷する。

次に、図3Bに示すように、樹脂基板1Aに、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品3Aやアルミコンデンサなどのチップ部品3Bと、マイクロコンピュータBGAパッケージ11を自動搭載機にて搭載後、高温度 $240\sim 250^{\circ}\text{C}$ のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

さらに、図3Cに示すように、ピン挿入型電子部品5を樹脂基板1Aのスルーホールへ挿入後、フロー半田を用いて樹脂基板を接合を行う。その後、コネクタ6Aの端子リード7Aを樹脂基板1Aのスルーホールに挿入する。

次に、図3Dに示すように、コネクタ6Aの端子リード7Aと、基板1Aの裏面をフロー半田にて樹脂基板との接合を完了する。

次に、図 3 E に示すように、図 3 D の工程で製造されたモジュールをトランスファモールド機に配置された  $175^{\circ}\text{C}$  の金型 8 A 内に挿入後、線膨張係数  $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率  $13 \text{ GPa}$ 、ガラス転移温度  $155^{\circ}\text{C}$  の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料 9 を用いて、成形圧力  $30 \text{ kg}/\text{cm}^2$  において 90 秒間で成形を行う。

次に、図 3 F に示すように、モジュールを金型から脱着させた後、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態による自動車コントロールユニットを得る。

なお、本実施形態においては、BGA 搭載後に BGA の半田ボール隙間をアンダーフィル材を用いて、あらかじめ充填する方法を採用することもできる。アンダーフィル剤としては、無機充填剤を含む室温で液状のアクリル樹脂またはエポキシ樹脂または無機充填剤を含まない前記の樹脂を用い、硬化温度としては  $80 \sim 150^{\circ}\text{C}$  の条件を採用することができる。アンダーフィル剤を用いる場合は、BGA 下のはんだボール隙間へのボイド発生をほぼ完全に抑えることができる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、得られたコントロールユニットの信頼性が  $-55^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$  の熱衝撃試験において 1200 サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85% の高温高湿試験において 2000 時間以上でも、正常な動作を示す。

次に、図 4 A ~ 4 F を用いて、本発明の第 4 の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、フレキシブル基板を用いている。

図 4 A ~ 4 F は、本発明の第 4 の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図 1、図 2 と同一符号は、同一部分を示している。

図 4 A に示すように、ガラス転位温度  $230^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数  $12 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  の物性を有する  $100 \times 70 \text{ mm}$  のポリイミド厚さ  $75 \mu\text{m}$  と両面 Cu 配線層  $35 \mu\text{m}$  厚さの 2 層フレキシブル基板樹脂基板 1 B の片面上に Sn/Pb 共晶はんだペースト材 2 を印刷する。

次に、図4Bに示すように、基板1Bに、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品3Aやアルミコンデンサなどのチップ部品3Bと、マイクロコンピュータBGAパッケージ10と、CSP13を自動搭載機にて搭載後、基板を最高温度210～240℃のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

次に、図4Cに示すように、電子部品を実装したフレキシブル基板1Bを、コネクタ取り付け部分を繰り抜いた厚さ3mmのアルミニウムベース14と低弾性の粘着シートを用いて貼り合わせる。

その後、図4Dに示すように、コネクタ6Aの端子リード7Aをフレキシブル基板1Bのスルーホール部分に挿入してエポキシ樹脂またはシリコン樹脂系接着剤を用いて室温または150℃以下の温度で仮接着した後、フロー半田にて樹脂基板とのはんだ接合を完了する。ここで、コネクタ6Aには、ベース14の接触面側に、くり貫き部15Aを有する。

次に、図4Eに示すように、図4Dの工程で製造されたモジュールをトランスファモールド機に配置された165℃の金型8B内に挿入後、線膨張係数12ppm/℃、弾性率20GPa、ガラス転移温度125℃の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料9を用いて、成形圧力30kg/cm<sup>2</sup>において3分間で成形を行う。この場合、成形中においてエポキシ樹脂成形材料がコネクタ部分へも流動するように、フレキシブル基板1Bは貫通穴15Bを有しており、この貫通穴15Bを経て、樹脂成形材料が、コネクタ6Aのくり貫き部15Aにも流動する。

次に、図4Fに示すように、ユニットモジュールを金型から脱着させた後、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態の自動車コントロールユニットを得る。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、得られたコントロールユニットはフレキシブル基板からなる各種電子部品の樹脂封止面と反対側にコネクタを配設した構造であり、その信頼性は-55℃～150℃の熱衝撃試験において1200サイクル以上、85℃85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示すという優れた特性を有する。

次に、図5A～5Fを用いて、本発明の第5の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4層の樹脂プリント基板を用いている。

図5A～5Fは、本発明の第5の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図1、図2と同一符号は、同一部分を示している。

図5Aに示すように、ガラス転位温度 $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数 $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の物性を有する $100\times 70\text{ mm}$ の4層樹脂基板1Aの片面上に $\text{Sn}/\text{Ag}/\text{Cu}$ 系はんだペースト材2Aを印刷する。

次に、図5Bに示すように、樹脂基板1Aに、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品3Aやアルミコンデンサなどのチップ部品3Bと、マイクロコンピュータBGAパッケージ11と、パワー半導体パッケージ16を自動搭載機にて搭載後、高温 $240\sim 250^{\circ}\text{C}$ のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

次に、図5Cに示すように、コネクタ6の端子リード7を樹脂基板1Aのスルーホールに挿入して、基板1Aの裏面をフロー半田にて樹脂基板との接合を完了する。

次に、図5Dに示すように、厚さ $2\text{ mm}$ の放熱板Cu板17を粘着剤を用いて、パワー半導体パッケージ16を搭載した部分の基盤1Aの直下に貼り付ける。ここでは、放熱板の金属としては、アルミニウムや表面Niめっきした鉄系金属を用いたり、または熱伝導性のセラミックフィラや金属繊維（またはフィラ）を配合したプラスチック複合体を用いることもできる。

次に、図5Eに示すように、図5Dの工程で製造されたユニットをトランスファモールド機に配置された $175^{\circ}\text{C}$ の金型8内に挿入後、線膨張係数 $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 $13\text{ GPa}$ 、ガラス転移温度 $155^{\circ}\text{C}$ の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料9を用いて、成形圧力 $30\text{ kg}/\text{cm}^2$ において90秒間で成形を行う。ここで、金型8の形状は、BGAパッケージ11とパワー半導体パッケージ16とを配置する位置における高さが、チップ部品3Aを配置する位置の高さと同じにしているが、図3に示したように、BGAパッケージ11



やパワー半導体パッケージ16を配置する位置における高さを、チップ部品3Aを配置する位置の高さよりもわずかに高くしてもよいものである。

次に、図5Fに示すように、ユニットを金型8から脱着させた後、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態の自動車コントロールユニットを得る。

本実施形態のコントロールユニットでは、放熱性を確保するために、発熱パワー半導体チップを搭載するプリント基板の直下に、放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体を設けるようにしている。放熱用の金属としては、アルミニウム、鉄系、銅系材料の板、薄膜、箔を用いることができる。プラスチック複合体は、カーボン繊維や粉、またはアルミナ、シリコンナイトライド、ボロンナイトライド、シリコンカーバイドなどの熱伝導性セラミックフィラを配合した熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂を用いることができる。また、金属箔や薄膜を裏打ちしたプラスチック板や薄膜も用いることができる。これらプリント基板の直下に、放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体を設ける方法としては、粘着剤または接着剤を用いてプリント基板へ室温または加熱下で圧着して貼り付ける方法や、金属ベースやプラスチック複合体をプリント基板の直下に配置したするだけで、モールド成形時に両者を一体化する方法、のいずれかを採用することができる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、得られたコントロールユニットは基板直下に放熱金属板を配設した構造であり、その信頼性は $-55^{\circ}\text{C}$ ～ $150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において1200サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示すという優れた特性を有する。

次に、図6A～6Hを用いて、本発明の第6の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4層の樹脂プリント基板を用いている。

図6A～6Hは、本発明の第6の実施形態によるモジュール装置の製造方法を

示す工程図である。なお、図 1, 図 2 と同一符号は、同一部分を示している。

図 5 A に示したように、ガラス転位温度  $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数  $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  の物性を有する  $100 \times 70\text{ mm}$  の 4 層樹脂基板 1 A の片面上に  $\text{Sn}/\text{Ag}/\text{Cu}$  系はんだペースト材 2 A を印刷する。そして、図 5 B に示したように、樹脂基板 1 A に、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品 3 A やアルミコンデンサなどのチップ部品 3 B と、マイクロコンピュータ BGA パッケージ 11 と、パワー半導体パッケージ 16 を自動搭載機にて搭載後、高温度  $240 \sim 250^{\circ}\text{C}$  のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

そして、図 6 A に示すように、コネクタ 6 の端子リード 7 を樹脂基板 1 A のスルーホールに挿入して、基板 1 A の裏面をフロー半田にて樹脂基板 1 A との接合を完了する。

次に、図 6 B, C に示すように、厚さ約  $1\text{ mm}$  の表面  $\text{Sn}$  めっきした  $\text{Cu}$  系リードフレーム 18 をエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂系の接着剤または粘着剤を用いて、樹脂基板 1 A の直下に貼り付ける。ここで、図 6 B は断面図であり、図 6 C は図 6 B の上面図である。この  $\text{Cu}$  系リードフレーム 18 は取り付け金具としてだけでなく、放熱用板としても使用するため、図 6 C に示すように、フレーム内部をくり貫いた構造を有している。リードフレーム 18 は、自動車エンジン室内またはエンジン上に装着するための取り付け治具として用いられる。

次に、図 6 D に示すように、図 6 C の工程で製造されたユニットをトランスファモールド機に配置された  $175^{\circ}\text{C}$  の金型 8 内に挿入後、線膨張係数  $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率  $13\text{ GPa}$ 、ガラス転移温度  $155^{\circ}\text{C}$  の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料 9 を用いて、成形圧力  $30\text{ kg}/\text{cm}^2$  において 90 秒間で成形を行う。

次に、図 6 E に示すように、成形されたユニットを金型 8 から脱着させ、図 6 F に示すように、リードフレーム 18 の余分な部分（図 6 E に示す左端部分や右端部分）を切断する。

そして、図 6 G, H に示すように、トリミングによってリードフレーム 18 の折り曲げ加工を行う。図 6 G は断面図であり、図 6 H は図 6 G の左側面図である。

折り曲げ加工されたリードフレーム 18 は、自動車エンジン室内またはエンジン上に装着するための取り付け治具として用いられる。最終的にプログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本実施形態の自動車コントロールユニットを得る。

なお、本実施形態においては、あらかじめ基板を金属リードフレームに貼り付けた後、各種の電子部品とコネクタの実装を行い、モールドによって一体成形する方法を採用することができる。また、あらかじめ取り付け部分をトリミングした後の金具を用いて、樹脂モールド時にこの金具を金型内に装着後、図 5 で示したような放熱板を配設したユニットとともに同時に成形する方法を採用することもできる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、得られたコントロールユニットは放熱板と取り付け金具の両者を有する構造であり、その信頼性は $-55^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において 1200 サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85% の高温高湿試験において 2000 時間以上でも、正常な動作を示すという優れた特性を有する。

次に、図 7 A～7 F を用いて、本発明の第 7 の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4 層の樹脂プリント基板を用いている。

図 7 A～7 F は、本発明の第 7 の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図 1、図 2 と同一符号は、同一部分を示している。

図 3 A に示したように、ガラス転位温度  $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数  $15\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  の物性を有する  $100\times 70\text{ mm}$  の 4 層樹脂基板 1 A の片面上に  $\text{Sn}/\text{Ag}/\text{Cu}$  系はんだペースト材 2 A を印刷する。そして、図 3 B に示したように、基板 1 A に、チップ抵抗体、セラミックコンデンサなどのチップ部品 3 A やアルミコンデンサなどのチップ部品 3 B と、マイクロコンピュータ BGA パッケージ 11 と、CSP 13 を自動搭載機にて搭載後、高温度  $240\sim 250^{\circ}\text{C}$  のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

次に、図 7 A に示すように、コネクタ 6 の端子リード 7 を樹脂基板 1 A のスル

一ホールに挿入して、基板の裏面をフロー半田にて樹脂基板との接合を完了する。なお、本実施形態では、図7Bや図7Dに拡大して示したように、図7Aに示したBGA11またはCSP13を搭載した場所の直下のプリント基板1Aの部分に、直径300 $\mu$ mのCuめっきしたスルーホール19を形成する。

次に、図7Dに示すように、図7Aの工程で製造されたユニットをトランスファモールド機に配置された175℃の金型8内に挿入後、線膨張係数15ppm/℃、弾性率13GPa、ガラス転移温度155℃の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料9を用いて、成形圧力30kg/cm<sup>2</sup>において90秒間で成形を行う。このとき、成形時の熱硬化性樹脂9は液状の低粘度樹脂となっているため、図7Eや図7Fに示すように、樹脂の流動はBGA11またはCSP13のはんだボール搭載中央部分から基板のスルーホール19を通過していく。そのため、BGA11またはCSP13の搭載後のはんだボール隙間へのボイド発生が抑えられる。

そして、ユニットを金型8から脱着させた後、最終的にプログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本発明の自動車コントロールユニットを得る。

本実施形態においては、BGAまたはCSPの搭載後のはんだボール隙間へのボイド発生が抑える方法として、エポキシ樹脂成形材料に含まれる無機充填剤の最大粒径を従来の約80～100 $\mu$ mよりも小さな50 $\mu$ m以下にすることによって、はんだボール隙間への樹脂の充填を容易にすることができる。特に、BGAやCSPのはんだボールピッチが狭くなったり、はんだボール径が小さくなった時には有効である。また、成形方法においても、金型全体を減圧にした状態で前記の条件の下で低圧トランスファモールド成形機、コンプレッション成形機または射出成形機を用いて一体成形を行うことによって、ボイドレスの状態を達成できる。

以上のように、本実施形態では、半導体パッケージとしてBGAやCSPを基板上に搭載するコントロールユニットにおいては、BGAまたはCSPの搭載部分に相当する基板の少なくとも一部に、熱硬化性樹脂を流動するための直径0.1mm～10mmを有するスルーホールを設けるようにしている。BGAまたはCSPの基板上への接続は、はんだボールで行うため、自動車、船舶、電動機な

どの高温高振動下の使用環境では、はんだボール接続寿命の低下する恐れがある。一般に、はんだボール接続寿命を確保するためには、通常はアンダーフィル材と呼ばれる樹脂をはんだボール間の隙間に充填して、応力を緩和する構造を採用する。しかし、本実施形態では、工程短縮またはコスト低減のために、コネクタと各種電子部品を加熱加圧下で一体モールドする工程において、同時にBGAまたはCSPのはんだボール間の隙間も樹脂で充填する方法を採用する。この場合、BGAまたはCSPの中央部付近にはモールド時にガス抜けが十分できないために、ボイドが発生しやすい。そこで、BGAまたはCSPの搭載部分に相当する基板の少なくとも一部に、モールド時の樹脂流動通路を設ける目的で直径0.1 mm～1.0 mmを有するスルーホールを設けるようにしている。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、半導体パッケージとしてBGAやCSPを基板上に搭載するコントロールユニットにおいて、コネクタと各種電子部品を加熱加圧下で一体モールドする工程において、同時にBGAまたはCSPのはんだボール間の隙間も樹脂で充填することにより、はんだボール接続寿命を確保することができる。また、得られたコントロールユニットは放熱板と取り付け金具の両者を有する構造であり、その信頼性は $-55^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において1200サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示すという優れた特性を有する。

次に、図8を用いて、本発明の第8の実施形態によるモジュール装置の構成およびその製造方法について説明する。本実施形態によるモジュール装置は、自動車、船舶、電動機用コントロールユニットとして用いられるものであり、回路基板としては、4層の樹脂プリント基板を用いている。

図8A～8Fは、本発明の第8の実施形態によるモジュール装置の製造方法を示す工程図である。なお、図1、図2と同一符号は、同一部分を示している。

図8Aに示すように、ガラス転位温度 $170^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数 $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の物性を有する $100 \times 70 \text{ mm}$ の4層樹脂基板1Aの片面上にSn/Ag/Cu系はんだペースト材2Aを印刷する。

次に、図8Bに示すように、樹脂基板1Aに、チップ抵抗体、セラミックコン

デンサなどのチップ部品 3 A やアルミコンデンサなどのチップ部品 3 B と、マイクロコンピュータ BGA パッケージ 1 1 と、パワー半導体パッケージ 1 6 を自動搭載機にて搭載後、高温度 240～250℃のリフロー炉内に通過してはんだ接合を行う。

次に、図 8 C に示すように、コネクタ 6 の端子リード 7 を樹脂基板 1 A のスルーホールに挿入して、基板の裏面をフロー半田にて樹脂基板 1 A との接合を完了する。

次に、図 8 D に示すように、厚さ 2 mm の放熱板 Cu 板 1 7 を粘着剤を用いて、パワー半導体パッケージを搭載した基板 1 A の直下に貼り付ける。

次に、図 8 E に示すように、図 8 D の工程で製造したユニットをトランスファモールド機内に配置された 175℃の金型 8 内に挿入する。金型 8 の内部上面には、アルミニウム薄膜（厚さ 100  $\mu\text{m}$ ）20 が真空吸着により保持されている。その後、線膨張係数 12 ppm/℃、弾性率 20 GPa、ガラス転移温度 125℃の硬化物物性を有する室温で固形のエポキシ樹脂成形材料 9 を用いて、成形圧力 30 kg/cm<sup>2</sup>において 90 秒間で成形を行う。

次に、図 8 F に示すように、ユニットを金型から脱着させた後、プログラム書き込み及び電気導通検査を経て、本発明の自動車コントロールユニットを得る。

以上説明したように、本実施形態のコントロールユニットでは、放熱性を確保するために、少なくとも発熱パワー半導体チップを搭載するプリント基板の直下に、放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体を設けている。また、放熱性だけでなく電磁遮蔽性も付与させるため、電子部品を搭載するプリント基板またはフレキシブル基板の相対する面に、電子部品及び電子部品を封止するための熱硬化性樹脂を介して金属またはプラスチック複合体を配設している。これによって、従来の金属ベースと金属カバーからなる構造と同等もしくはそれ以上の放熱性と電磁遮蔽性を得ることができる。

放熱および電磁遮蔽のための金属としては、アルミニウム、鉄系、銅系材料の板、薄膜、箔を用いることができる。プラスチック複合体としては、カーボン繊維や粉、またはアルミナ、シリコンナイトライド、ボロンナイトライド、シリコンカーバイドなどの熱伝導性セラミックフィラを配合した熱可塑性樹脂または熱

硬化性樹脂を用いることができる。また、金属箔や薄膜を裏打ちしたプラスチック板や薄膜も用いることができる。これらプリント基板の直下に、放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体を設ける方法としては、粘着剤または接着剤を用いてプリント基板へ室温または加熱下で圧着して貼り付ける方法や、金属ベースやプラスチック複合体をプリント基板の直下に配置したするだけで、モールド成形時に両者を一体化する方法のいずれかを採用することができる。

以上のように構成することにより、本実施形態によるコントロールユニットは、従来よりも、小型で、かつ薄型とすることができる。また、プリント基板またはフレキシブル基板の直下と、電子部品を搭載する樹脂プリント基板（またはフレキシブル基板）の相対する面に電子部品及び電子部品を封止するための熱硬化性樹脂を介して金属またはプラスチック複合体を配設することができるため、放熱性と電磁遮蔽性を得ることができるため、従来のプラスチックモールド構造で問題となっていた放熱性と電磁遮蔽性の両方の特性を大幅に向上できる。また、得られたコントロールユニットの信頼性は $-55^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ の熱衝撃試験において1200サイクル以上、 $85^{\circ}\text{C}$  85%の高温高湿試験において2000時間以上でも、正常な動作を示すという優れた特性を有する。

#### 産業上の利用の可能性

本発明によれば、モジュール装置の生産性が向上し、小型化が可能であるとともに、信頼性が向上する。

## 請求の範囲

1. 接続用金属端子を有するコネクタ(6)と、電子部品(3A, 3B, 4)が実装された回路基板(1)とを有し、前記コネクタと前記基板とが金属リード(7)により接続されたモジュール装置において、

(A) 前記コネクタ(6)の基板との接続面側と、前記金属リード(7)と、前記電子部品(3A, 3B, 4)とを、同一の熱硬化性樹脂(9)によって封止し、

(B) 前記熱硬化性樹脂(9)は、硬化前の形態が40℃以下の温度において固形であり、

(C) 前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂(9)の厚さが、前記電子部品(3A, 3B, 4)の高さに応じて変化するように形成されていることを特徴とするモジュール装置。

2. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記熱硬化性樹脂は、無機質フィラを含む40℃以下において固形のエポキシ樹脂であることを特徴とするモジュール装置。

3. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記熱硬化性樹脂の硬化後の樹脂物性が、

線膨張係数；8～25ppm/℃、

弾性率；8～30GPa、

ガラス転移温度；80～200℃、

であることを特徴とするモジュール装置。

4. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記回路基板のガラス転移温度が150℃以上であることを特徴とするモジュール装置。

5. 請求項1記載のモジュール装置において、



前記金属リードの端部は、前記基板のスルーホール部分へ挿入した後、はんだまたは導電性接着剤で固定されていることを特徴とするモジュール装置。

6. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記電子部品が、ボールグリッドアレイ (BGA) (11) またはチップスケールパッケージ (CSP) (13) を含む電子部品であり、

前記BGAまたはCSPを搭載した回路基板(1A)は、熱硬化性樹脂を流動するための直径0.1mm～10mmを有するスルーホール(19)が設けられていることを特徴とするモジュール装置。

7. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記回路基板は、プリント基板であり、

発熱パワー半導体チップを搭載するプリント基板の直下に、放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体(14, 17, 18)を設けたことを特徴とするモジュール装置。

8. 請求項7記載のモジュール装置において、

前記放熱用の金属ベースまたはプラスチック複合体の面積は、前記プリント基板の面積よりも小さいことを特徴とするモジュール装置。

9. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記回路基板の裏面には、自動車エンジン室内またはエンジン上に装着するための金属またはプラスチックからなる取り付け治具が設けられていることを特徴とするモジュール装置。

10. 請求項1記載のモジュール装置において、

前記回路基板の電子部品搭載面のみが前記熱硬化性樹脂で封止され、その反対面はコネクタを有する金属またはプラスチック筐体に粘着、接着または機械的な方法によって固定・設置されることを特徴とするモジュール装置。

1 1. 請求項 1 記載のモジュール装置において、

前記回路基板と相対する面に、電子部品及び電子部品を封止するための熱硬化性樹脂を介して金属またはプラスチック複合体(20)が配設されていることを特徴とするモジュール装置。

1 2. 接続用金属端子を有するコネクタ(6)と、電子部品が実装された回路基板(1)とを有し、前記コネクタと前記基板とが金属リード(7)により接続されたモジュール装置において、

(A) 前記コネクタの基板との接続面側と、前記金属リードと、前記電子部品とを、同一の熱硬化性樹脂によって封止し、

(B) 前記熱硬化性樹脂は、硬化前の形態が40℃以下の温度において固形であり、

(C) 前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、前記電子部品の高さに応じて変化するように形成され、

(D) 前記コネクタ(6)が、前記電子部品を封止する前記熱硬化樹脂面に対して直角または相対する面に配設されていることを特徴とするモジュール装置。

1 3. 接続用金属端子を有するコネクタ(6)と、BGAまたはCSPを含む電子部品が実装された回路基板(1)と、前記コネクタと前記基板とを接続する金属リード(7)を樹脂モールドにより封止するモジュール装置の製造方法において、

成形圧力が5～70 kg/cm<sup>2</sup>、成形温度が150～180℃の範囲において低圧トランスファモールド成形機またはコンプレッション成形機により、または成形圧力が20～100 kg/cm<sup>2</sup>、成形温度が150～180℃の範囲にある射出成形機により、

硬化前の形態が40℃以下の温度において固形である前記熱硬化性樹脂を用いて、

前記コネクタの基板との接続面側と、前記金属リードと、前記電子部品とを、同一の熱硬化性樹脂によって封止し、

そのとき、前記電子部品を封止する熱硬化性樹脂の厚さが、前記電子部品の高さに応じて変化するように封止することを特徴とするモジュール装置の製造方法。

14. 請求項13記載のモジュール装置の製造方法において、

前記回路基板を、あらかじめコネクタを仮固定した金属またはプラスチック筐体に粘着または接着によって固定・設置した後、前記熱硬化性樹脂を用いて前記電子部品とコネクタ部分を一体で成形することを特徴とするモジュール装置の製造方法。

図 1 A

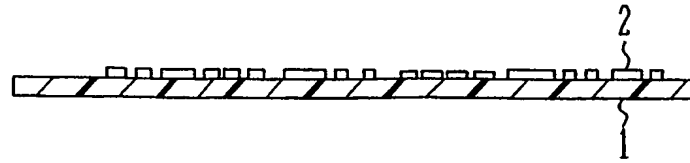


図 1 B

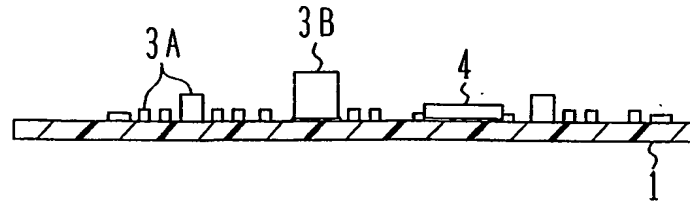


図 1 C

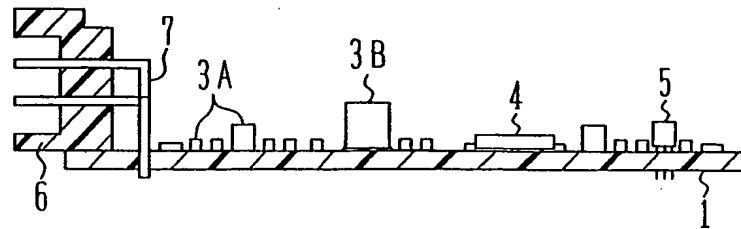


図 1 D

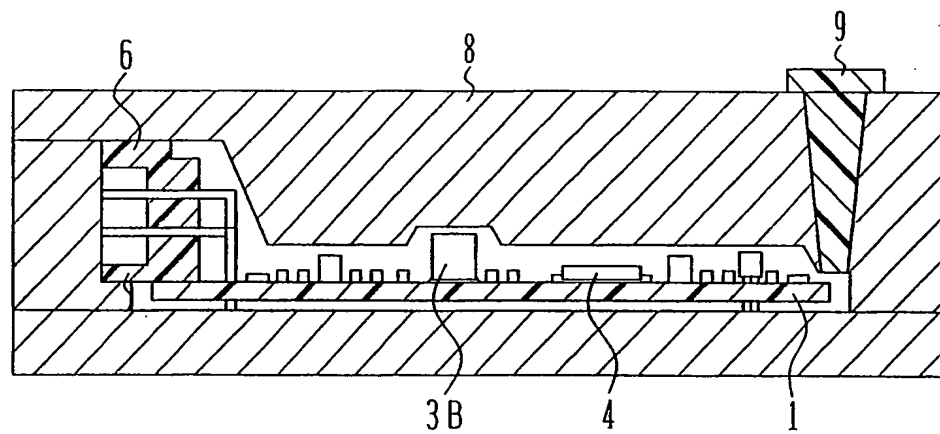


図 1 E

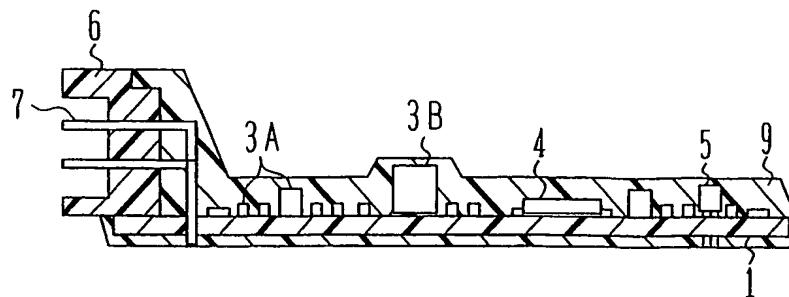


図 2 A

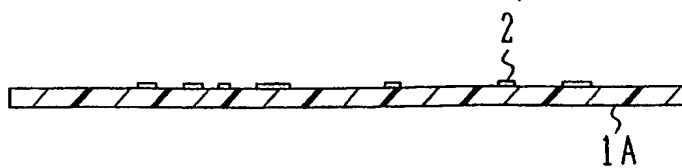


図 2 B

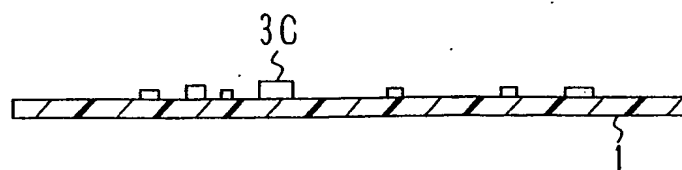


図 2 C

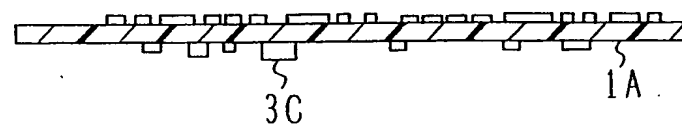


図 2 D

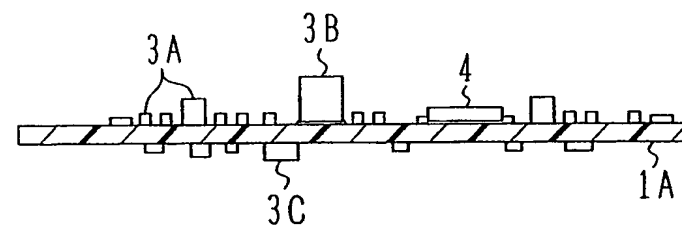


図 2 E

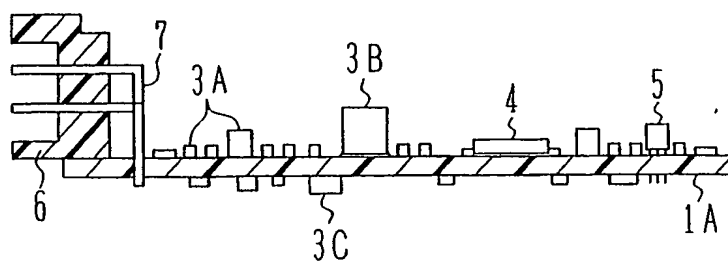


図 2F

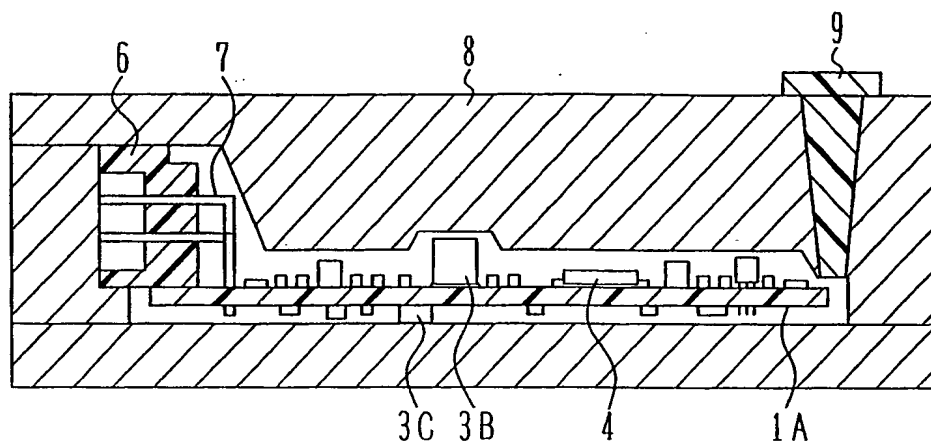


図 2G

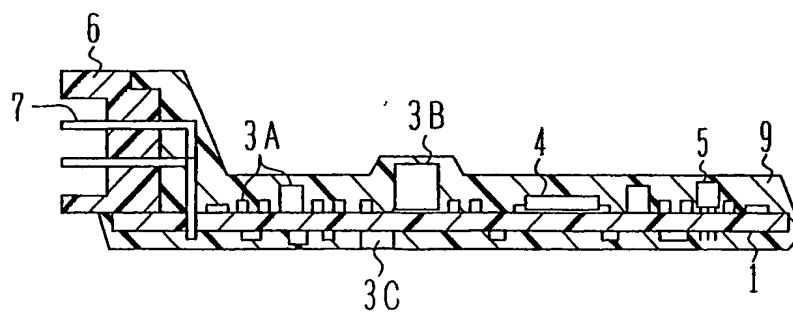


図 3A

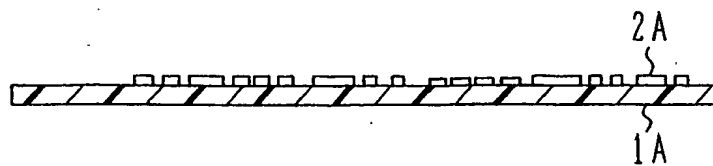


図 3B

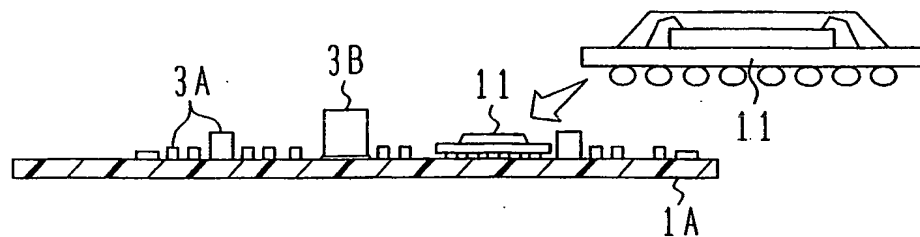


図 3C

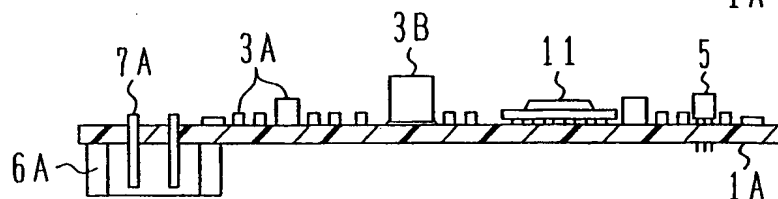


図 3D

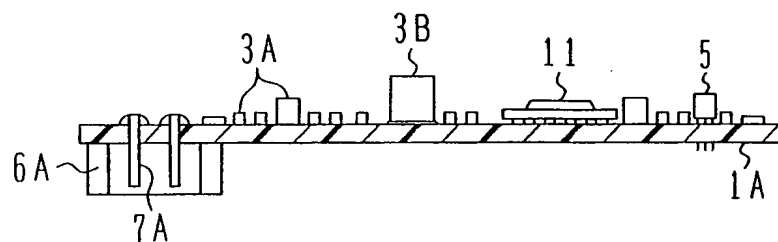


図 3E

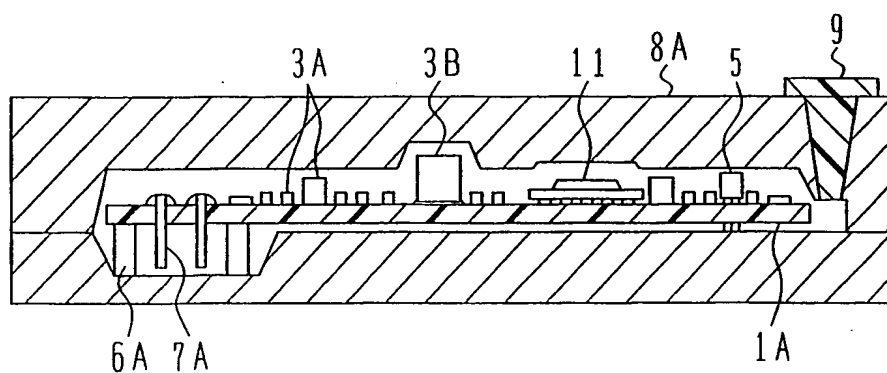


図 3F

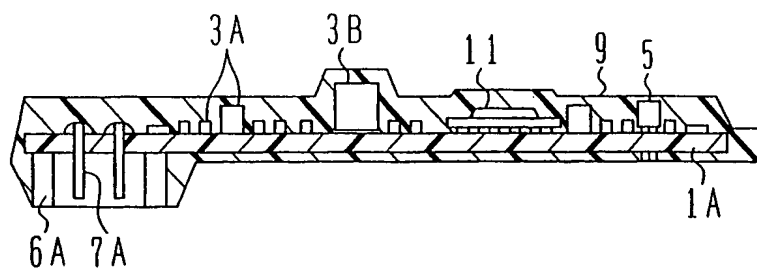


図 4 A

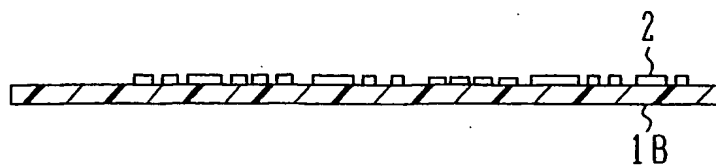


図 4 B

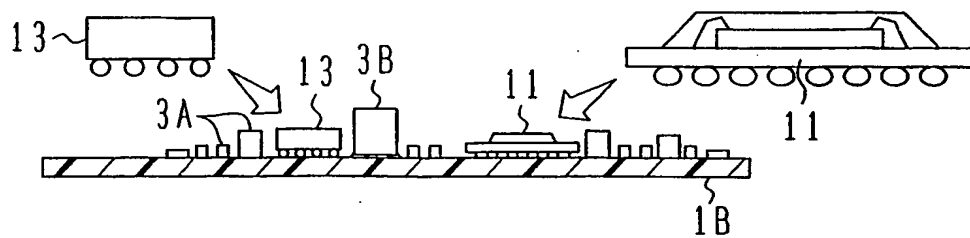


図 4 C

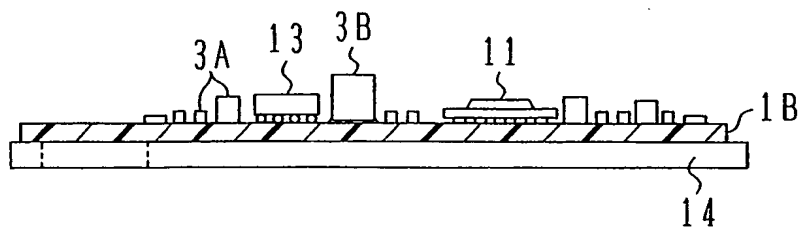
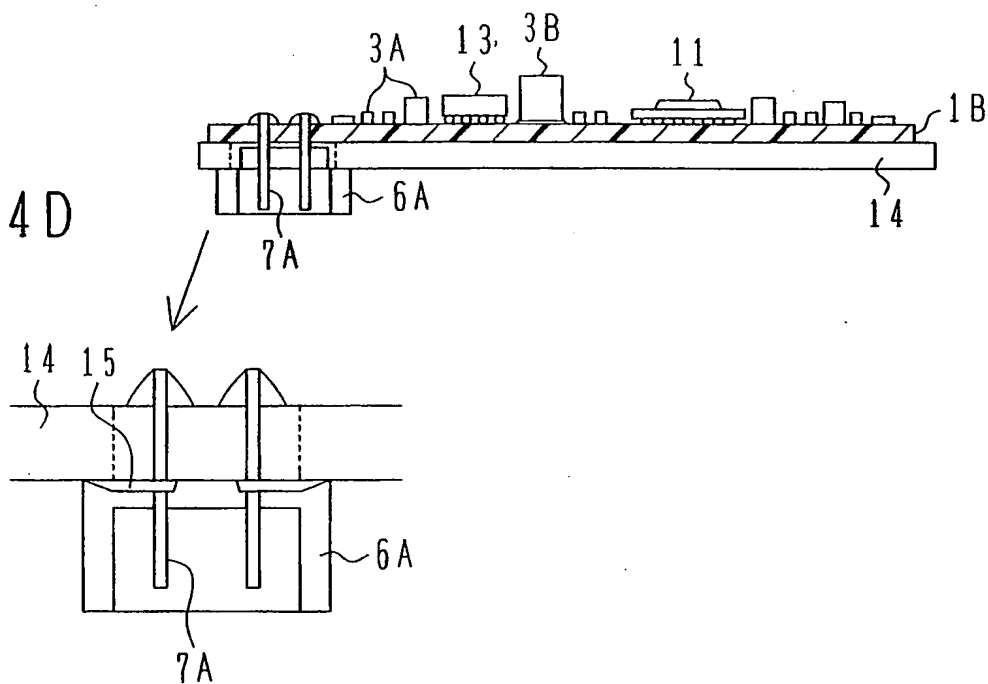


図 4 D





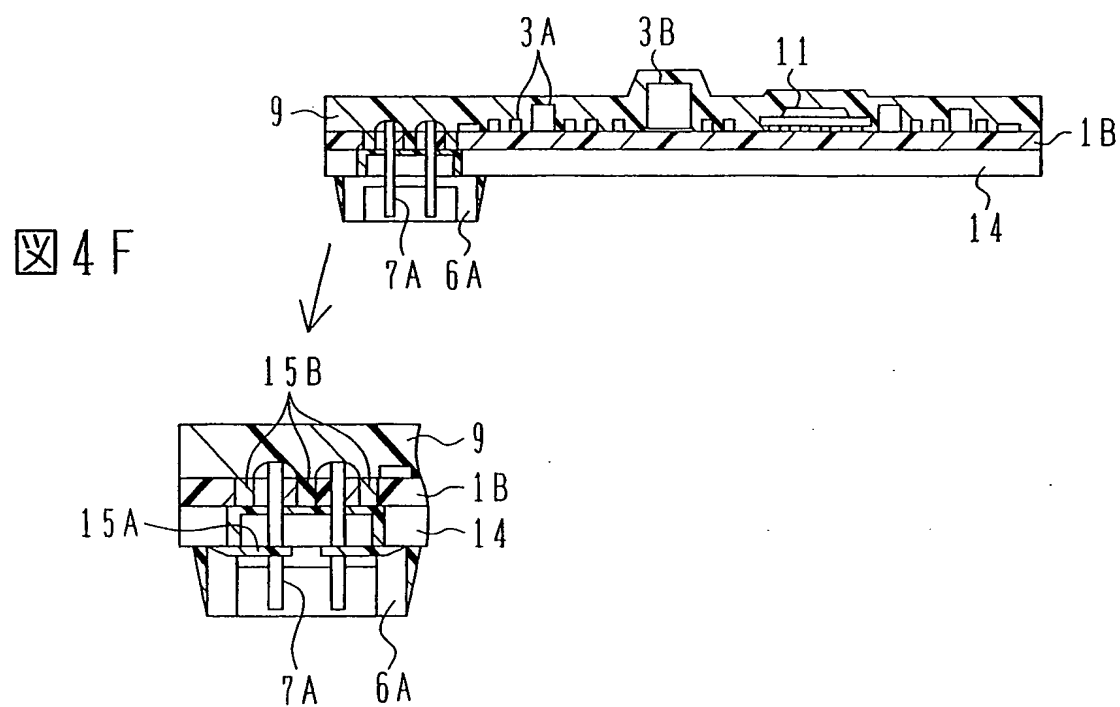
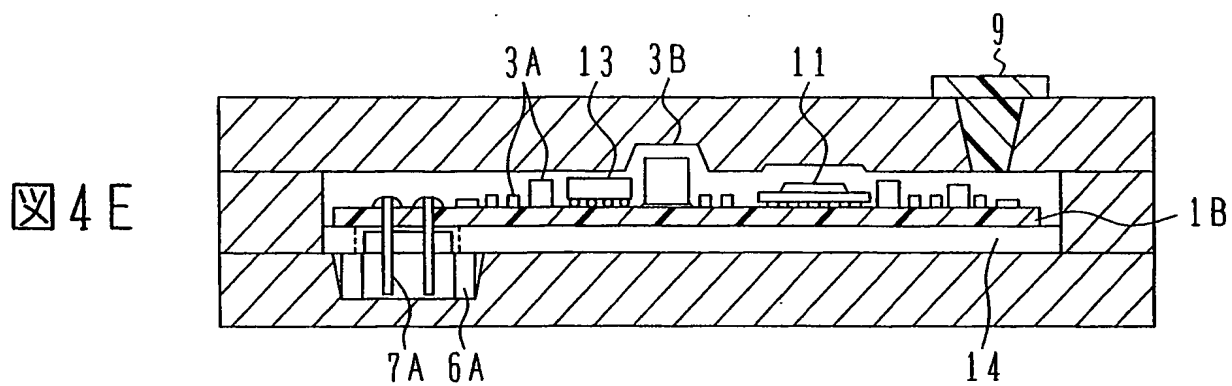


図 5 A

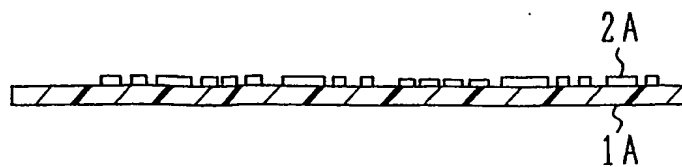


図 5 B

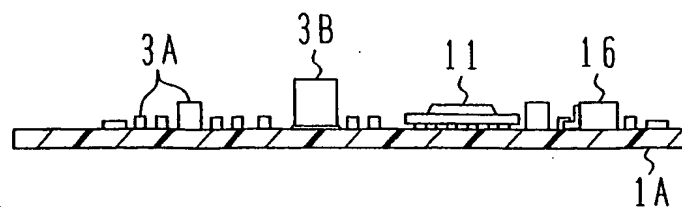


図 5 C

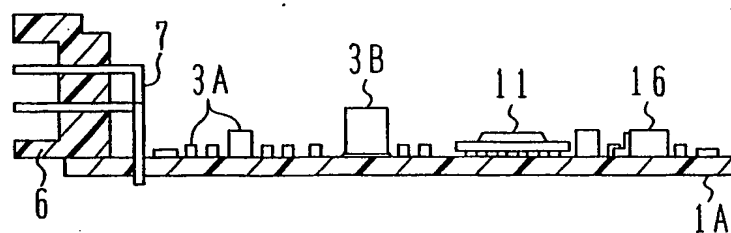


図 5 D

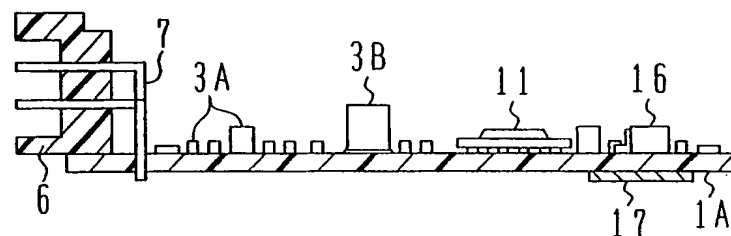


図 5 E

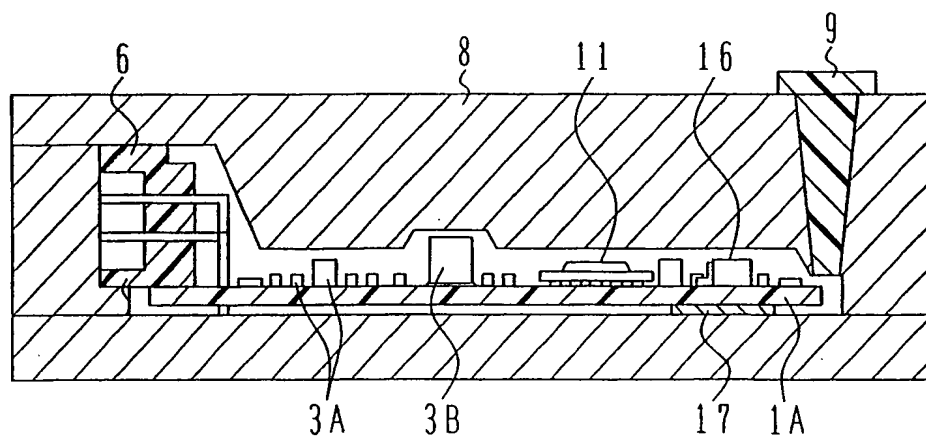


図 5 F

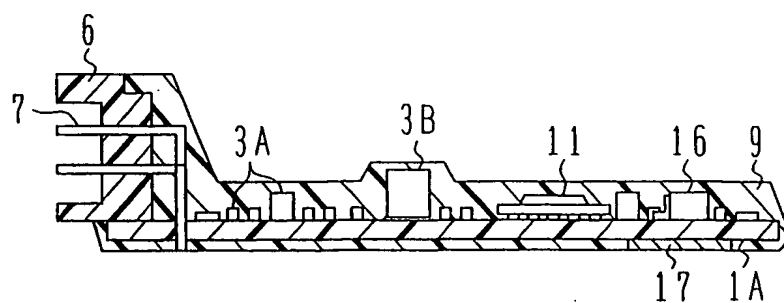


図 6 A

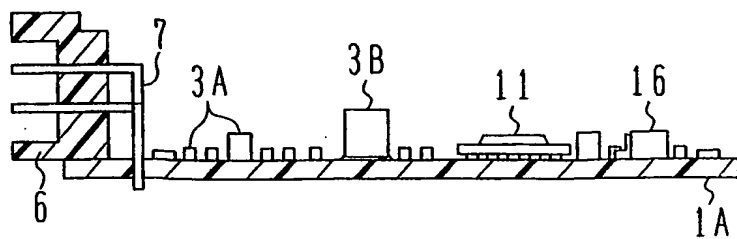


図 6 B

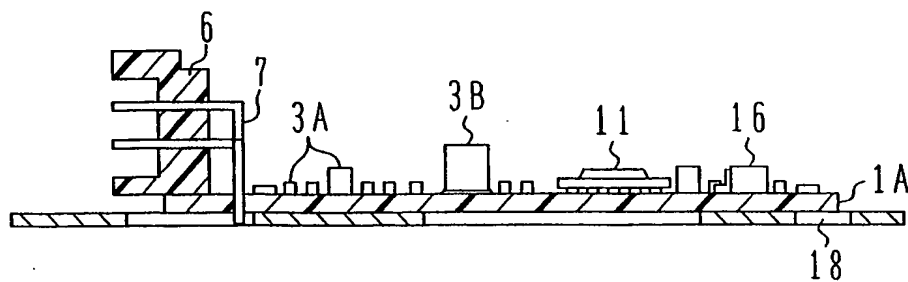


図 6 C

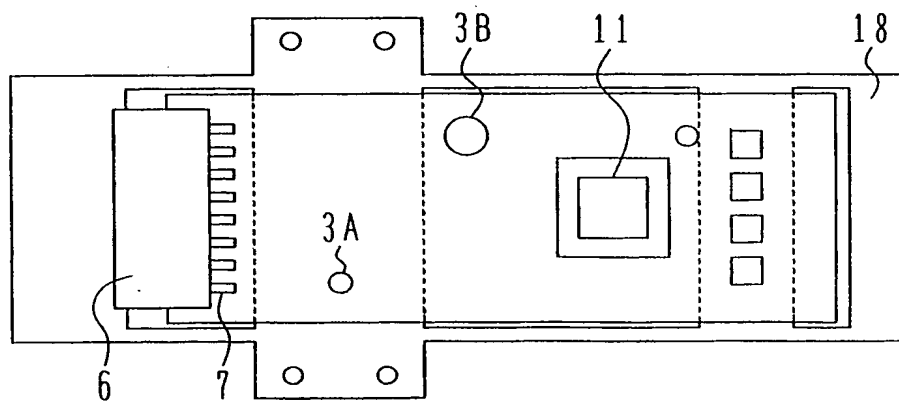


図 6 D

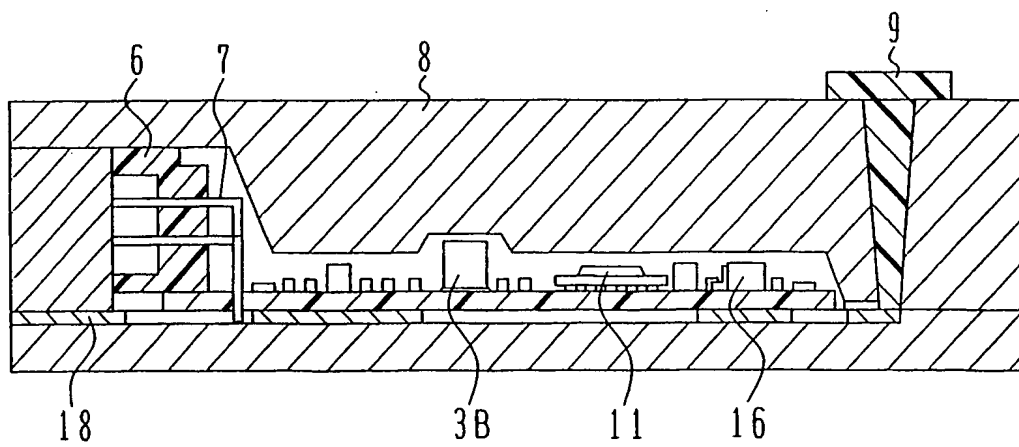


図 6E

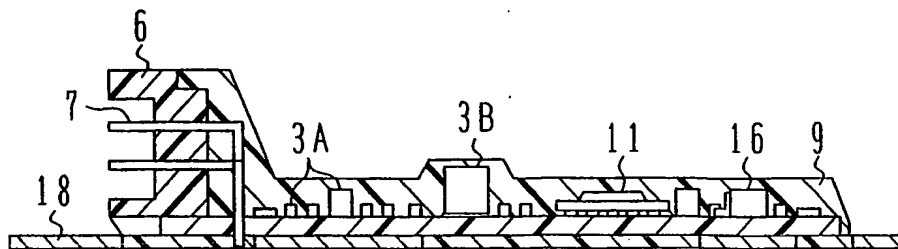


図 6F

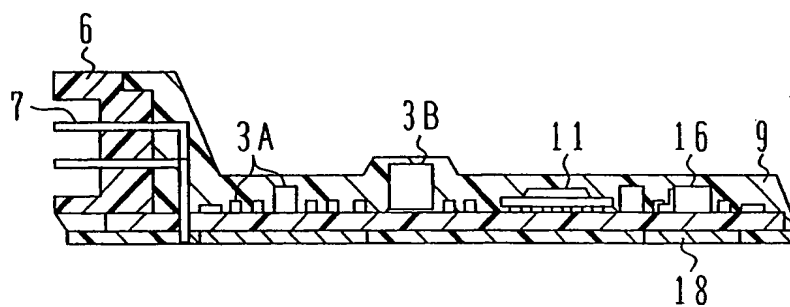


図 6G

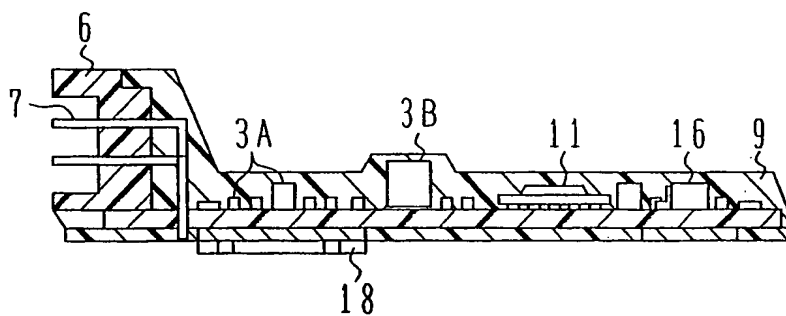


図 6H

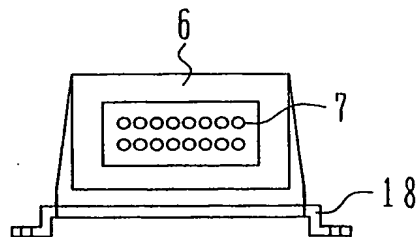


図 7 A

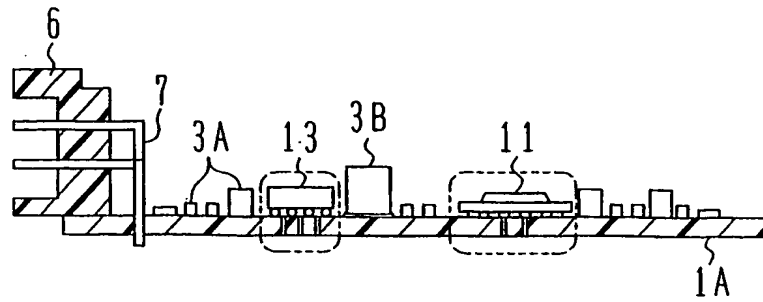


図 7 B

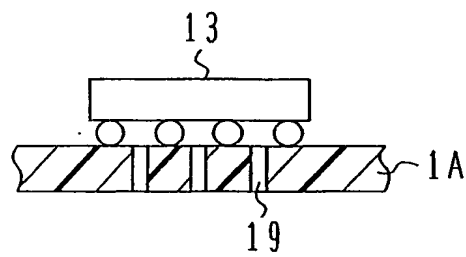


図 7 C

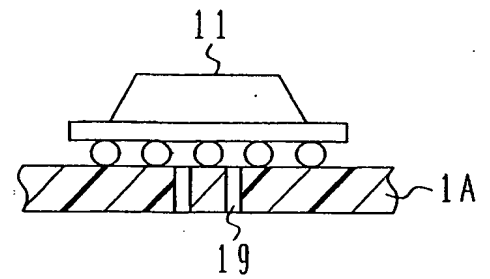


図 7 D

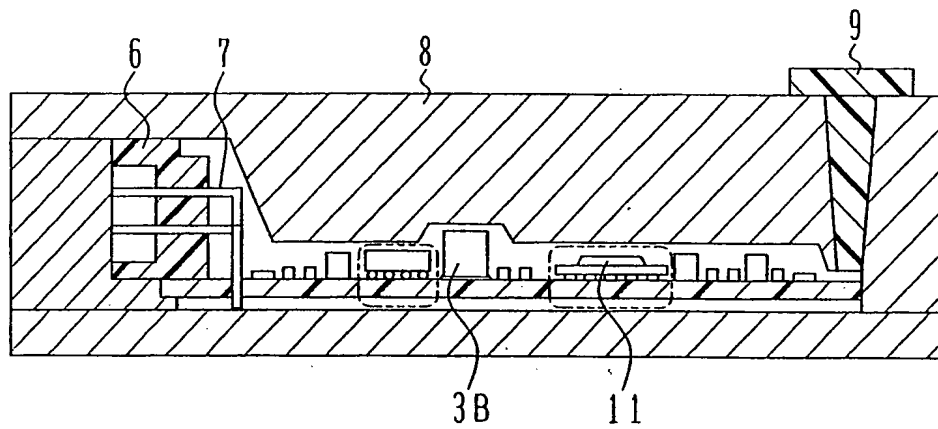


図 7 E

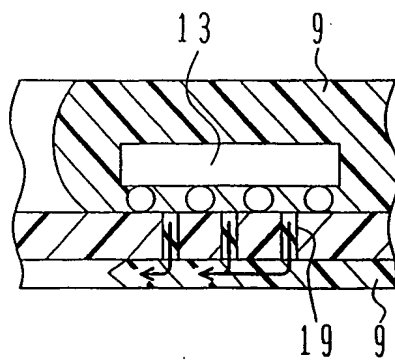


図 7 F

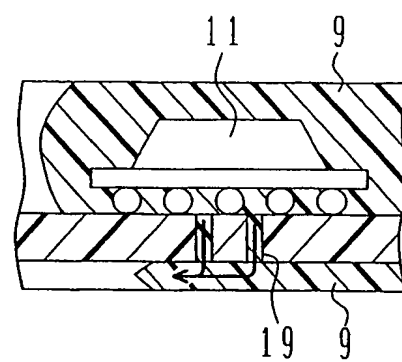


図 8A

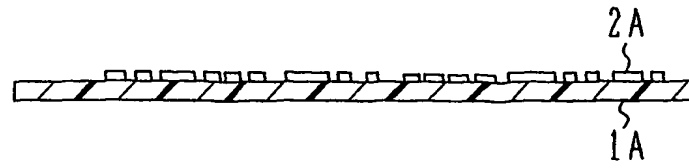


図 8B

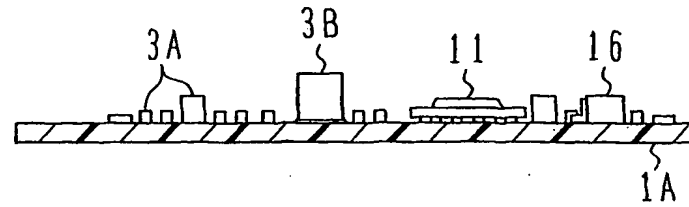


図 8C

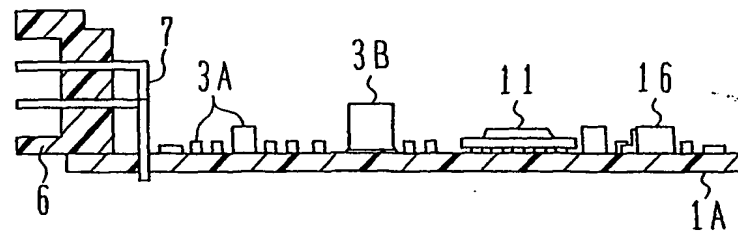


図 8D

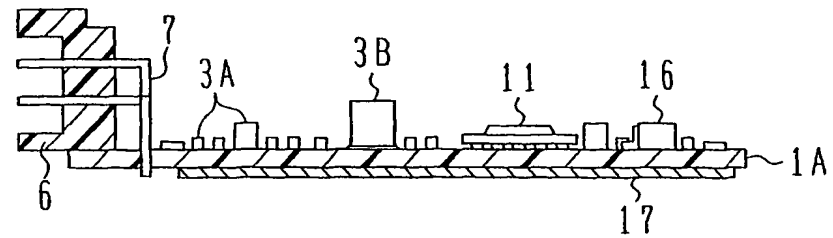


図 8E

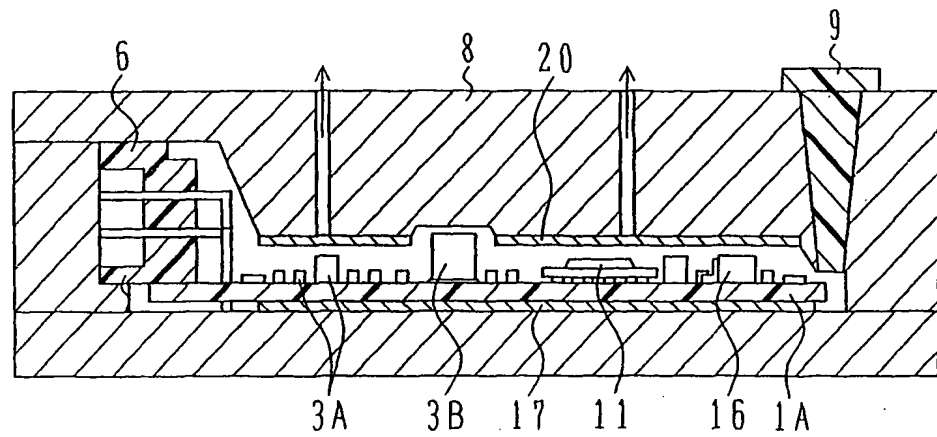
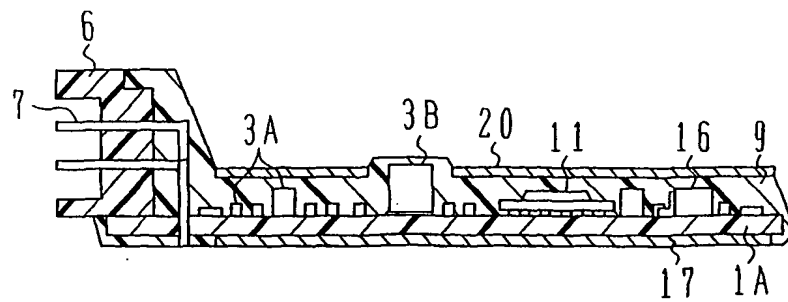


図 8F



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08476

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05K3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05K1/00-3/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | JP 10-242344 A (Yamaha Motor Co., Ltd.),<br>11 September, 1998 (11.09.98),<br>(Family: none)   | 1-14                  |
| A         | JP 7-22722 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>24 January, 1995 (24.01.95),<br>& US 5909915 A  | 1-14                  |
| A         | Microfilm of the specification and drawings annexed<br>to the request of Japanese Utility Model Application<br>No. 16180/1989 (Laid-open No. 106868/1990)<br>(Niles Parts Co., Ltd.),<br>24 August, 1990 (24.08.90),<br>(Family: none) | 1-14                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date  | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

Date of the actual completion of the international search  
03 October, 2003 (03.10.03)

Date of mailing of the international search report  
28 October, 2003 (28.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08476

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 2002-368183 A (Hitachi, Ltd.),<br>20 December, 2002 (20.12.02),<br>(Family: none)            | 1-14                  |
| A         | JP 63-300588 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.),<br>07 December, 1988 (07.12.88),<br>(Family: none) | 7,8                   |
| A         | JP 2001-168476 A (Aisin Seiki Co., Ltd.),<br>22 June, 2001 (22.06.01),<br>(Family: none)        | 7,8                   |



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05K3/28

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05K1/00-3/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2003年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2003年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2003年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A               | J P 10-242344 A (ヤマハ発動機株式会社)<br>1998. 09. 11 (ファミリーなし)  | 1-14             |
| A               | J P 7-22722 A (三菱電機株式会社)<br>1995. 01. 24 & US 5909915 A   | 1-14             |
| A               | 日本国実用新案登録出願1-16180号 (日本国実用新案登録出<br>願公開2-106868号) の願書に添付した明細書及び図面の内<br>容を撮影したマイクロフィルム (ナイルス部品株式会社)<br>1990. 08. 24 (ファミリーなし) | 1-14             |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 10. 03

国際調査報告の発送日

28. 10. 03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鏡 宣宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3389

3 S 9341

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                  |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                       | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | JP 2002-368183 A (株式会社日立製作所)<br>2002. 12. 20 (ファミリーなし)  | 1-14             |
| A                     | JP 63-300588 A (日立化成工業株式会社)<br>1988. 12. 07 (ファミリーなし)   | 7, 8             |
| A                     | JP 2001-168476 A (アイシン精機株式会社)<br>2001. 06. 22 (ファミリーなし) | 7, 8             |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**